

29.08.00

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN



Bureau voor de Industriële Eigendom

10/018699

REC'D 31 AUG 2000

WIPO PCT

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 28 juni 1999 onder nummer 1012459,

ten name van:

K.U. LEUVEN RESEARCH & DEVELOPMENT

te Leuven, België

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Werkwijze en inrichting voor het bepalen van een stromingspatroon van een fluïdum in een ruimte",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Rijswijk, 10 juli 2000.

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,
voor deze,

A.W.van der Kruk.

+31 26 3687520

1012459

UITTREKSEL

Werkwijze voor het bepalen van een stromingspatroon van een gas in een ruimte, waarbij:

- gas via ten minste één inlaat in de ruimte wordt gevoerd,
- in een eerste positie, op afstand van de ten minste ene inlaat een temperatuurverdeling, althans ten minste twee temperaturen in ten minste een gedeelte van de gasstroom wordt gemeten,
- op basis van de gemeten temperatuurverdeling, althans van de gemeten temperaturen de ligging van de maximale of minimale temperatuur wordt bepaald, en
- op basis van ten minste de ligging van deze maximale of minimale temperatuur het stromingspatroon in de ruimte wordt bepaald, bij voorkeur met behulp van een algoritme.

1012459

+31 26 3687520

R. v.d. LEE

28 JUNI 1999

VO P11141NL00

Titel: Werkwijze en inrichting voor het bepalen van een stromingspatroon van een fluidum in een ruimte.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het bepalen van een stromingspatroon van een fluidum in een ruimte.

In allerlei toepassingen is het van belang een stromingspatroon van een fluidum te kunnen bepalen. Zo wordt bijvoorbeeld in klimaatregelingen in bijvoorbeeld stallen en dergelijke agrarische inrichtingen, serres, bewaarplaatsen, werk- en leefruimten en in andere ruimten gebruik gemaakt van data met betrekking tot het debiet van een in de ruimte ingevoerde gasstroom, de temperatuur van de ingevoerde lucht en de temperatuur in de ruimte. Deze data wordt gebruikt voor het regelen van bijvoorbeeld de inlaatopening voor de in te voeren gasstroom. Hiermee wordt getracht in de ruimte een zodanige verdeling van de gasstroom te verkrijgen dat voor bijvoorbeeld daarin aanwezige levende organismen een optimaal klimaat wordt verkregen. Aantoonbaar is dat door een goede klimaatbeheersing in een ruimte de leefomstandigheden van dieren en mensen in de ruimte aanmerkelijk worden verbeterd, hetgeen ergonomisch en bovendien economisch voordelig is aangezien daardoor de opbrengst per dier kan worden verhoogd terwijl bovendien de gezondheid van mens, dier en plant daardoor positief wordt beïnvloed.

Gebleken is dat met behulp van de thans beschikbare regelingen geen optimale klimaatbeheersing mogelijk is. Een belangrijke reden daarvoor is dat het tot nu toe niet mogelijk is gebleken stromingspatronen van gassen in de ruimte eenduidig en op eenvoudige wijze, bij voorkeur tijdens gebruik van de ruimte vast te stellen. Met name is gebleken dat dynamische, bij voorkeur continue meting van het stromingspatroon van gasstromen in de ruimte tot nu toe niet mogelijk is, althans zeer complexe en zeer kostbare inrichtingen behoeft. Deze bekende inrichtingen zijn dus

niet geschikt om op continue wijze luchtpatronen te meten tijdens het sturen ervan.

Voorts is bijvoorbeeld in beluchtingstanks voor afvalwater van belang dat een goede verdeling van een 5 gasstroom door het afvalwater wordt verkregen. Tot nu toe wordt deze in hoofdzaak op basis van visuele waarneming en ervaring ingesteld. Duidelijk zal zijn dat hierdoor over het algemeen geen ideale instelling zal worden verkregen. Bovendien is onderzoek hiernaar slechts mogelijk door 10 meting achteraf en niet *in situ*.

Verder is bij menging via vloeistoffen, bijvoorbeeld bij de bereiding van verven en lakken, voedingsmiddelen, medicijnen en degelijke van groot belang dat een volledige menging wordt verkregen. Ook hierbij is het tot nu toe nog 15 niet mogelijk *in situ* het stromingspatroon van een in een vloeistof in een tank of dergelijke gevoerde vloeistofstroom *in situ* te meten.

De uitvinding beoogt een werkwijze van de in de aanhef beschreven soort, waarbij de hiervoor genoemde 20 nadelen zijn vermeden. In het bijzonder beoogt de uitvinding een werkwijze waarmee dynamisch, *in situ*, op relatief eenvoudige en eenduidige wijze en tegen relatief lage kosten het stromingspatroon van fluidumstromen in een ruimte kunnen worden bepaald. Daartoe wordt een werkwijze 25 volgens de uitvinding gekenmerkt door de maatregelen volgens conclusie 1.

Bepaling van een stromingspatroon van fluidumstromingen in een ruimte biedt het voordeel dat nauwkeurig kan worden bepaald hoe bijvoorbeeld temperatuurs- en 30 stromingssnelheid verdelingen in de ruimte optreden. Met een werkwijze volgens onderhavige uitvinding kan op relatief eenvoudige wijze en met economische middelen het stromingspatroon van een fluidumstroom, bijvoorbeeld vanuit een inlaat in een ruimte worden bepaald, met name door 35 daarvan een zogenaamde centrale lijn te bepalen en gebruik te maken van het gegeven dat de verdeling van grootheden in een luchtstroom in principe normaal althans op bekende

wijze verdeeld is rond deze centrale lijn, althans goed kan worden geschat. De centrale lijn wordt bepaald door de verbindingslijn tussen een betreffende inlaat en de posities van de maximale of minimale gemeten, althans
5 berekende waarde van de grootheid in de gasstroom ter hoogte van de of elke sensor. Of deze wordt bepaald door de minimale of maximale waarde hangt uiteraard af van de waarde van de grootheid van het instromende fluidum ten opzichte van de betreffende grootheid in de verdere ruimte.
10 Is bijvoorbeeld instromend fluidum relatief koud dan zal gebruik worden gemaakt van de minimale temperatuur ter hoogte van de of elke eerste sensor, heeft de fluidumstroom een relatief hoge temperatuur dan zal gebruik worden gemaakt van de maximale temperatuur, uitgaande van
15 temperatuur als gemeten grootheid.

Het zal duidelijk zijn dat op basis van het aldus bepaalde stromingspatroon kan worden vastgesteld of dit overeenstemt met een gewenst stromingspatroon, waarna zonodig bijregeling kan worden verzorgd, bijvoorbeeld door
20 verandering van de instroomrichting, het instroomdebiet, verwarming of koeling, althans behandeling van de instromende fluidumstroom of van de ruimte, gebruik van omleidmiddelen en dergelijke. Juist doordat het stromingspatroon van de of elke fluidumstroom in de ruimte
25 nauwkeurig en eenduidig kan worden bepaald, op elk gewenst moment, wordt optimale meting en/of regeling in de ruimte mogelijk, bijvoorbeeld van het klimaat of van meting daarvan. Gebruik van een algoritme, bijvoorbeeld opgenomen in een processeenheid zoals een computer biedt daarbij het
30 voordeel dat eenvoudig vergelijking mogelijk is van het bepaalde stromingspatroon met bijvoorbeeld vooraf ingegeven gewenste stromingspatronen, waardoor regeling nog eenvoudiger mogelijk wordt. Bovendien is een algoritme bijzonder geschikt voor het op basis van de gemeten waarde
35 bepalen van de ligging van de centrale lijn en daarmee van het stromingspatroon van de of elke fluidumstroom. Hierdoor kan nagenoeg instantaan worden bijgestuurd. Een inrichting

31 26 3687520

voor gebruik bij een werkwijze volgens de uitvinding kan zelflerend worden uitgevoerd.

In een eerste bijzonder voordeelige uitvoeringsvorm wordt een werkwijze volgens de uitvinding gekenmerkt door 5 de maatregelen volgens conclusie 5.

Door in de of elke genoemde eerste positie een sensor te plaatsen waarmee op ten minste twee en bij voorkeur ten minste drie op afstand van elkaar gelegen posities de waarde van de betreffende grootheid in de 10 fluidum kan worden gemeten, wordt het voordeel bereikt dat relatief eenvoudig, op basis van bijvoorbeeld een gewogen gemiddelde de ligging van de maximale c.q. minimale waarde in genoemde eerste positie in de fluidumstroom kan worden bepaald. Hiermee ligt de positie van de centrale lijn in 15 genoemde eerste positie eenduidig vast. Wanneer gebruik wordt gemaakt van ten minste drie op een bekende onderlinge afstand ten opzichte van elkaar geplaatste registratie-elementen wordt daarbij het voordeel bereikt dat het snijpunt van de centrale lijn met genoemde eerste positie 20 daarbij kan worden bepaald, nagenoeg onafhankelijk van verdere gegevens zoals de waarde van de betreffende grootheid in de omgeving, terwijl bovendien een bijzonder goede schatting kan worden gemaakt van de hoogte van de betreffende maximale c.q. minimale waarde. Het zal 25 duidelijk zijn dat gebruik van een groter aantal registratie-elementen eventueel een nog betere schatting van de ligging van de centrale lijn en de hoogte van de daar heersende waarde mogelijk maakt, in het bijzonder bij afwijking van de normale verdeling van de betreffende 30 waarde in de fluidumstroom, doch dat daardoor de kosten voor een dergelijke werkwijze zullen oplopen, bijvoorbeeld als gevolg van de benodigde hardware. Afhankelijk van de gebruiksomstandigheden en de wensen van de gebruiker, in het bijzonder de gewenste nauwkeurigheid kan door een 35 vakman eenvoudig het optimale aantal sensoren, de optimale configuratie van de registratie-elementen en de

Fig. 1 toont in doorgesneden zijaanzicht schematisch een geventileerde ruimte zoals een stal 1, voorzien van een vloer 2, buitenwanden 3, een dak 4 en een scheidingswand 5. In het dak 4 is een luchttuitlaat 6 opgenomen, in deze uitvoeringsvorm omvattende een klep 7, ingericht voor het althans geheel of gedeeltelijk vrijgeven van de doorlaat van de luchttuitlaat 6 en een ventilator 8, voor het door de luchttuitlaat 6 zuigen van lucht vanuit de binnenruimte 9 van de stal 1. In plaats van of naast de ventilator 8 kan een debietsensor zijn voorzien voor het meten van het door de luchttuitlaat 6 stromend debiet. Een dergelijke debietmeter is bijvoorbeeld beschreven in de Nederlandse octrooiaanvraag nr. 9401632, welke wordt geacht hierin door referentie te zijn opgenomen. In de scheidingswand 5 is op relatief grote hoogte boven de vloer 2 een luchtinlaat 10 opgenomen, waarin een tweede klep 11 is opgenomen, voor het althans geheel of gedeeltelijk vrij kunnen geven van de luchtinlaat 10, alsmede een (tweede) debietsensor 12, bijvoorbeeld van het hierboven genoemde type, voor het meten van het door de luchtinlaat 10 stromende luchtdebiet. Ook hier kan naast of in plaats van de (tweede) debietsensor 12 een ventilator zijn voorzien voor het in de binnenruimte 9 blazen van eventueel geconditioneerde lucht. Nabij het naar de binnenruimte 9 gekeerde einde van de luchtinlaat 10 zijn luchtgeleidingsmiddelen 13 aangebracht, in de tekening in de vorm van scharnierbare platen weergegeven, waarmee de uitstroomrichting van een gasstroom vanuit de luchtinlaat 10 naar de binnenruimte 9 kan worden ingesteld. Als voorbeeld is een alternatieve stand voor elk luchtgeleidingsmiddel 13 in onderbroken lijnen weergegeven. Uiteraard kunnen allerlei verschillende luchtgeleidingsmiddelen hiervoor worden toegepast, indien nodig.

In de binnenruimte 9 van de stal 1 worden dieren gehouden, symbolisch weergegeven door een varken 14. Door in de binnenruimte 9 een goede regeling van ten minste de zich daarin uitstrekende luchtstromen te verzorgen kan de klimaatregeling in de binnenruimte 9 voor levende

+31 26 3687520

organismen zoals varkens 14 op optimale wijze worden geregeld. Dit heeft een bijzonder positief effect op de leefomstandigheden voor daarin aanwezige dieren, planten of mensen en, daarmee, op de economische waarde en het welzijn 5 van de dieren. Bovendien is dit milieu- en energietechnisch voordelig.

Voor de regeling van het binnenklimaat in de binnenuimte 9 van het gebouw 1 wordt volgens de uitvinding gebruik gemaakt van een inrichting welke ten minste een 10 eerste sensor 15 omvat, gekoppeld aan een centrale processeenheid, in het bijzonder een besturingseenheid zoals een computer 16 waarin een nog nader te beschrijven algoritme is opgenomen voor het berekenen, althans schatten 15 van de ligging van een centrale lijn van een zich vanuit de luchtinlaat 10 in de binnenuimte 9 uitstrekende luchtstroom 18. De centrale lijn 17 wordt bepaald door een curve getrokken door de punten in de luchtstroom met de minimale of maximale temperatuur in elke betreffende verticale doorsnede door de luchtstroom, haaks op de 20 stromingsrichting van de lucht in de betreffende luchtstroom. Of de minimale temperatuur of de maximale temperatuur van toepassing is, is afhankelijk van de temperatuur van de luchtstroom ten opzichte van de omgevingstemperatuur in het gebouw 1. Indien de temperatuur 25 van de luchtstroom althans bij binnentrekking door de luchtinlaat 10 hoger is dan de omgevingstemperatuur zal worden uitgegaan van de maximale temperatuur voor de ligging van de centrale lijn 17 van de luchtstroom 18, terwijl zal worden uitgegaan van de minimale temperatuur in 30 de luchtstroom 18 wanneer de temperatuur van de instromende lucht lager is dan de omgevingstemperatuur in de binnenuimte 9 van het gebouw 1. Bij stallen 1 en dergelijke ruimten zal gebruikelijk sprake zijn van de laatstgenoemde situatie, zodat in deze verdere beschrijving 35 zal worden uitgegaan van ligging van de centrale lijn ter hoogte van de minimale temperaturen in de genoemde

31 26 3687520

dwarsdoorsneden. Andere situaties zullen voor de vakman direct duidelijk zijn.

De eerste sensor 15 omvat een drietal temperatuur-
registratiemiddelen T_1 , T_2 , T_3 , op een vaste onderlinge
afstand S boven elkaar geplaatst, op een bekende positie
ten opzichte van de vloer 2 en de luchtinlaat 10. De eerste
sensor 15 is bij voorkeur zodanig geplaatst dat de
verwachte centrale lijn 17 zich uitstrekt tussen het
bovenste temperatuurregistratiemiddel T_1 en het onderste
temperatuurregistratiemiddel T_3 . Dit is echter niet
noodzakelijk. De temperatuurregistratiemiddelen zijn
uitgevoerd als thermometers welke ten minste bestand zijn
tegen vocht, stof en gassen zoals gebruikelijk aanwezig in
een gebouw 1, althans in een ruimte waarin de inrichting
dient te worden gebruikt. De temperatuurregistratiemiddelen
 T_1 , T_2 , T_3 , zijn op een gemeenschappelijke drager 19
gemonteerd zodat deze eenvoudig plaatsbaar zijn.

In fig. 2 is schematisch weergegeven hoe de normale, verwachte temperatuurverdeling in een luchtstroom zal zijn ten opzichte van de genoemde centrale lijn, in een koude luchtstroom. Uit fig. 2 blijkt duidelijk dat een luchtstroom een nagenoeg symmetrische, exponentieel verlopende temperatuurverdeling kent. Voor een theoretische onderbouwing van deze verdeling wordt verwezen naar onder andere Malmstrom et al, 1992 en formule 2.

Fig. 3A toont ter hoogte van de eerste sensor 15 een temperatuurcurve C, gefit over de temperaturen gemeten met respectievelijk het eerste temperatuurregistratiemiddel T_1 , het tweede temperatuurregistratiemiddel T_2 en het derde temperatuurregistratiemiddel T_3 , waarbij op de verticale as de temperatuur, bijvoorbeeld in graden Celsius en langs de horizontale as de verticale afstand onder het midden van de luchtinlaat 10 is weergegeven. De onderlinge afstand S

31 26 3687520

13

tussen de temperatuurregistratiemiddelen T_1 , T_2 en T_3 is steeds gelijk, zoals hierboven weergegeven.

Intekening van de curve C door de punten T_1 , T_2 en T_3 ,
5 geeft direct de positie van het dal T_{min} van de curve C,
vergelijkbaar met het minimum getoond in fig. 2. T_{min} ligt
op een afstand D onder T_2 , zoals direct afleesbaar is uit
fig. 3A.

Fig. 3B toont in zijaanzicht schematisch de
10 luchtinlaat 10, de eerste sensor 15 met de temperatuur-
registratiemiddelen T_1 , T_2 en T_3 en daarin ingetekend de
genoemde, uit fig. 3A afleidbare afstand D, waardoor het
punt T_{min} met de minimale temperatuur ter hoogte van de
eerste sensor 15 direct kan worden ingetekend. Vervolgens
15 kan de centrale lijn 17 worden ingetekend, welke zich
uitstrekt door ten minste het midden en van de inlaat 10 en
het betreffende punt T_{min} . Deze centrale lijn zal in dit
voorbeeld enigszins gekromd naar onder verlopen.

De vorm van de centrale lijn kan worden bepaald op
20 basis van modellen uit de literatuur, bijvoorbeeld Randall,
1975; Randall 1981, Regenscheit, 1995; Mullejans, 1966;
Boon, 1978; Randall & Battams, 1979; Holmes, 1974, onder
gebruikmaking van metingen van het luchtdebit, de
25 binnentemperatuur en de temperatuur van de binnenkomende
lucht, volgens formule 1 zoals hieronder weergegeven:

$$\gamma_x = \beta \cdot a^n \cdot \frac{(T_r - T_o)}{T_r \cdot V^2} \cdot x^x \quad (1)$$

30

Waarin γ_x : verticale afwijking van de initiële
richting op afstand x (m)

35 a : verticale inlaatdimensie (m)

T_r : gemiddelde ruimtetemperatuur (K)

T_o : inlaattemperatuur (K)

V : ventilatiedebiet (m^3/s)

x : horizontale afstand t.o.v. de inlaat (m)

31 26 3687520

I4

β : parameter functie van de ruimtedimensies

η : reëel getal tussen 1 en 3

α : reëel getal tussen 2 en 3

5 Dit leidt bijvoorbeeld tot:

$$\gamma_x = (0,0585 * g * a^{1.5} * b^{1.5} * (T_e - T_o) * x^3) / (v^2 * T_e),$$

10 Theoretische waarden voor het Archimedes-getal zijn
in de onderstaande tabel 1 weergegeven, als gevonden in
verschillende literatuurplaatsen.

15 In tabel 2 is vervolgens voor vrijstromende fluida,
uitgaande van het Archimedes-getal, volgens een aantal
referenties voor de grootheden in formule 2 een schatting
gegeven, aan de hand waarvan het stromingspatroon kan
worden geschat.

Tabel 1

Air jet trajectory	$\frac{y}{d_1} = K \cdot Ar \cdot \frac{x^\alpha}{d_2^\beta}$						
Author	K	d_1	d_2	Ar	α	β	
Koestel (1955)	0.065	d_e	d_o	Ar_{Abr}	3	3	
Regenscheit (1959)	$0.4\sqrt{\eta}$	a	a	Ar_{Req}	2.5	2.5	
Abramovich (1960)	0.052	d_o	d_o	Ar_{Abr}	3	3	
Katz (1966)	0.17	1	d	Ar_{Kat}	2	3	
Jackman (1970)	0.04	\sqrt{A}	$B \cdot H(B + H)$	Ar_{Req}	3	1	
Holmes (1974)	0.0585	\sqrt{A}	\sqrt{A}	Ar_{Hol}	3	3	
Walker (1974)	0.2	\sqrt{A}	\sqrt{A}	Ar_{Hol}	2.44	2.44	
Kato, Murakami (1988)	$0.42/K$	d_o	d_o	Ar_{Mura}	3	3	
Berckmans (1993b)	$0.4\sqrt{\eta}$	a	$2.73 + a/2$	$Ar_{ber} + 0.45$	3.3	2.5	

Tabel 2

Archimedes number	$Ar = \frac{g \cdot I_c \cdot (T_c - T_o)}{\nu^2 \cdot T_c}$		
author	T_c	I_c	ν
Regenscheit (1959)	T_r	a	$\frac{V}{a \cdot b}$
Abramovich (1960)	T_r	$\frac{2ab}{a+b}$	$\frac{V}{a \cdot b}$
Müllejans (1966)	T_{hs}	$\frac{2 \cdot B \cdot H}{B + H}$	$\frac{V}{B \cdot H}$
Katz & Wittekindt (1966)	T_r	$1.27 \cdot \sqrt{\frac{(a \cdot b)^3}{a + b}}$	$\frac{V}{a \cdot b}$
Holmes (1974)	T_r	$\sqrt{a \cdot b}$	$\frac{V}{a \cdot b}$
Croome, Gale & Roberts (1975)	T_r	H	$\frac{V}{a \cdot b}$
Randall (1979)	T_{hs}	$\frac{2 \cdot B \cdot H}{B + H}$	$\frac{V}{B \cdot H}$
Nielsen et al. (1979)	T_r	a	$\frac{V}{a \cdot b}$
Croome, Xi Li (1987)	T_r	$\frac{2ab}{a+b}$	$\frac{V}{a \cdot b}$
Kato, Murakami (1988)	T_r	H	$\frac{V}{a \cdot b}$
Sandberg (1992)	T_r	a	$\frac{V}{a \cdot b}$
Berckmans (1993b)	T_{hs}	H	$\frac{V}{a \cdot b}$

31 26 3687520

Table 2: Literature overview of the two-dimensional equations of a free air jet trajectory. The indicated Ar-values refer to table 4.1 (Kwanten, 1993).

With:

α, β	Variable parameters given in table 4.2
Ar	Archimedes number
a	Vertical dimension of air inlet (m)
A	Inlet section (m^2)
b	Horizontal dimension of air inlet (m)
B	Room width (m)
d_o	Inlet hydraulic diameter (m)
d_e	Effective hydraulic diameter of the inlet (m)
d_1	Inlet dimension according to table 4.2
d_2	Inlet dimension according to table 4.2
g	Gravitational acceleration (m/s^2)
H	Average room height (m)
l_c	Characteristic room dimension (m)
m	Turbulence factor (kg/s)
T_c	Characteristic room temperature (K)
T_r, T_i	Room temperature (K, $^{\circ}C$)
T_o, t_o	Outside temperature (K, $^{\circ}C$)
T_{hs}	Temperature of heated surface (K)
V	ventilation rate (m^3/s)
v	Air velocity (m/s)
Vol	Volume of the ventilated space (m^3)
y	Vertical deviation of initial horizontal stream direction (m)

De temperatuurverdeling in de koude luchtstroom kan, volgens Mahlström, 1992, worden weergegeven volgens formule 3, zoals hieronder weergegeven:

$$\frac{\Delta t}{\Delta t_x} = \exp(\sigma \cdot \ln 2 \cdot \eta^2) \quad (3)$$

met:

- 10 t : de temperatuur in een punt γ (K)
 t_x : de temperatuur op de centerlijn op afstand x
 van de inlaat (K)
 t_r : de gemiddelde ruimteterminperatuur ($^{\circ}$ C)
 Δt : $t - t_r$ ($^{\circ}$ C)
15 Δt_x : $t_x - t_r$ ($^{\circ}$ C)
 η : $r/r_{0,5}$
 r : radiale afstand tot de centerlijn (m)
 $r_{0,5}$: r voor de punt waarde de snelheid de helft is
 van deze op de centerlijn.

20 Met deze twee formules kan derhalve bijzonder nauwkeurig de positie van de centrale lijn van het stromingspatroon van de luchtstroom 18 zowel als de temperatuurverdeling daar omheen in de betreffende luchtstroom 18 worden geschat.

In fig. 5 is schematisch een testopstelling weergegeven, nader beschreven door Derckmans D., Van de Weyer K., De Moor M., 1993. Visualization and quantification of the air flow pattern using image analysis, in: "Building Design, Technology and Occupant Well-Being" by Sterling E., Bieva C., Collett C., February 1993, publication by the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Condition Engineers, pp. 207-216; waarmee met behulp van rook een stromingspatroon in een proefruimte kan worden bepaald. In deze proefopstelling is in een zijwand van een proefruimte een luchtinlaat 10a aangebracht, waar doorheen rook in de proefruimte 9a wordt

31 26 3687520

18

gebracht. De rook 18a, welke de luchtstroom 18 simuleert wordt met behulp van een lamp 20 of laser verlicht en met een videocamera 21 geregistreerd, waarna met behulp van een geschikt algoritme in een computer 22 de ligging van de centrale lijn wordt bepaald. In fig. 6 is de aldus bepaalde centrale lijn schematisch weergegeven door de tussen de diabolovormige punten getrokken lijn 17a, terwijl de behulp van een inrichting volgens onderhavige uitvinding bepaalde centrale lijn 17 eveneens in fig. 6 is ingetekend, tussen 5 door asterisken weergegeven punten. Duidelijk blijkt dat slechts minimale afwijking optreedt. Met behulp van één eerste sensor 15 en meting van de eerdergenoemde parameters (formules 1, 2) kan derhalve accuraat de positie van de centrale lijn 17 en de temperatuurverdeling in de 10 luchtstroom worden geschat.

Het is uiteraard ook mogelijk een reeks eerste sensoren 15 achter elkaar te plaatsen in de luchtstroom 18, zoals schematisch getoond in fig. 4. Bij voorkeur worden daarbij de eerste sensoren 15A, 15B, 15C op onderlinge 20 afstanden F achter elkaar geplaatst, zodanig dat een matrix van temperatuurregistratiemiddelen $T_1(A, B, C)$, $T_2(A, B, C)$, $T_3(A, B, C)$ wordt verkregen. Hiermee kan direct een schatting van de ligging van de centrale lijn 17 van de luchtstroom 18 worden verkregen door een curve te trekken 25 door de op eerde beschreven wijze verkregen punten $T_{min}(A, B, C)$ bij de respectieve eerste sensoren 15A, 15B, 15C. Uiteraard kan ook hierbij gebruik worden gemaakt van de eerdergenoemde formules, doch dit is niet nodig.

In fig. 4A is een verdere alternatieve 30 uitvoeringsvorm van een eerste temperatuur sensor 115 getoond, in het bijzonder geschikt voor driedimensionale bepaling van de fluidumstroming bij niet vrije fluidastroming waarbij op een drager 119, bijvoorbeeld een draadframe voor elke eerste sensor 115 een drie-bij-drie- 35 matrix van temperatuurregelmiddelen T is opgenomen, welke kunnen worden aangeduid met $T_{1,1} \dots T_{3,3}$. Met dergelijke eerste temperatuursensoren 115 kan een driedimensionaal

31 26 3687520

beeld van een luchtstroom 118 worden geschat, aangezien hiermee bijvoorbeeld ten opzichte van de positie van het middelste temperatuurregistratiemiddel $T_{z,2}$, de verticale afstand D_1 en de horizontale afstand D_2 tot de minimale 5 temperatuur T_{min} in het vlak van de drager 119 in de luchtstroom 118 kan worden bepaald. De temperatuurverdeling in de luchtstroom 18 ten opzichte van deze centrale lijn 117 kan wederom worden bepaald, althans geschat met de eerder genoemde formule 2 of door een goede fitting bij 10 gebruik van meerdere sensoren.

Fig. 7 toont schematisch een regelinrichting 30 volgens de uitvinding, in een voordeleige uitvoeringsvorm. Deze regelinrichting 30 omvat de proceseenheid 16, welke een rekeneenheid 16a en een databank 16b omvat, welke met 15 elkaar kunnen communiceren. Bovendien is een beeldscherm 26 en een toetsenbord 27 of dergelijke inrichting voorzien voor het weergeven respectievelijk invoeren van data. Voor dit gedeelte van de regelinrichting 30 kan uiteraard een computer of dergelijke worden toegepast. In de rekeneenheid 20 16a is een algoritme voorzien waarin gegevens worden toegevoerd vanaf de of elke eerste sensor 15 (A-C), een tweede temperatuursensor 23 geplaatst in de luchtinlaat 10 en/of een derde temperatuursensor 24 geplaatst in de luchttuitlaat 24. Bovendien worden aan de rekeneenheid 16a data 25 toegevoerd over de stand van de luchtgeleidingsmiddelen 13, de tweede klep 11 en de eerste klep 7, terwijl ook data worden ingevoerd vanaf de ventilator of debietsensor 12 en de debietsensor of ventilator 8 in respectievelijk de luchtinlaat 10 en de luchttuitlaat 6 indien aanwezig. 30 Daarenboven kunnen verdere registratiemiddelen 25 op de rekeneenheid zijn aangesloten, bijvoorbeeld voor meting van de omgevingstemperatuur in en buiten de ruimte, luchtvochtigheid en dergelijke welke in het algoritme kunnen worden toegepast. Het zal duidelijk zijn dat de 35 verschillende data slechts beschikbaar zullen zijn wanneer de verschillende registratiemiddelen aanwezig zijn.

In de rekeneenheid 16a wordt het actuele stromingspatroon van de luchtstroom 18 bepaald met behulp van het genoemde algoritme, hetwelk kan worden vergeleken met in de databank 16b opgeslagen profielen. Op basis van deze vergelijking en eventueel nader via het toetsenbord 27 in te geven voorwaarde kunnen dan vervolgens, indien aanwezig, de luchtgeleidingsmiddelen 13, de eerste klep 7 en de tweede klep 11 en eventueel ventilatoren 12 of 8 en andere luchtinlaatregelmiddelen en/of luchtuitlaatregelmiddelen en dergelijke worden aangestuurd, evenals bijvoorbeeld luchtbevochtigers, verwarmingsmiddelen, koelmiddelen en dergelijke. Keuzen hierin zullen, afhankelijk van de ruimte waarin klimaatbeheersing dient te worden uitgevoerd voor de vakman direct duidelijk zijn.

15 Figuur 8 toont schematisch in doorgesneden zijaanzicht een houder 230 voor een eerste vloeistof 231, bijvoorbeeld verf, welke houder 230 is voorzien van een inlaatopening 232 waardoorheen een stroom tweede vloeistof 233 kan worden toegevoerd in de houder 230. In figuur 8 is schematisch de centerlijn 218 van de stroom 230 weergegeven. In de houder 230 is een drietal sensoren 215a, 215b, 215c weergegeven, op regelmatige afstand F van elkaar geplaatst. Elke sensor 215 omvat een drietal, op vaste onderlinge afstand S boven elkaar aangebrachte stromingssensoren R1, R2, R3. Met behulp van de matrix van stromingsregistratiemiddelen, zoals stromingssensoren kan de centerlijn 218 van de stroom tweede vloeistof 233 in de houder 230 worden bepaald, en worden vergeleken met een gewenste stroming, bijvoorbeeld met behulp van een regelinrichting, vergelijkbaar met de regelinrichting gegeven in figuur 7. Eventueel kunnen in de houder 230 mengmiddelen 234 zijn voorzien, bijvoorbeeld in de vorm van een roerder, waarmee het stromingspatroon kan worden beïnvloed, welke beïnvloeding wederom kan worden geregistreerd met behulp van de sensoren 215. Het zal duidelijk zijn dat op deze wijze voor allerlei verschillende vloeistoffen en combinaties van vloeistoffen

stromingspatronen kunnen worden bepaald en worden beïnvloed voor het verkrijgen van een optimaal stromingspatroon en bijvoorbeeld een optimale menging tussen twee of meer vloeistoffen.

- 5 Figuur 9 toont in schematische vorm in doorgesneden zij-aanzicht een beluchtingstank 330 voor bijvoorbeeld afvalwater 331, in welke beluchtingstank 330 een centrale kolom 340 is opgesteld welke een bijvoorbeeld viertal zich nabij de bodem 341 horizontaal uitstrekende, een kruis
10 vormende beluchtingsbuizen 342 is voorzien. Met behulp van pompmiddelen 343 kan lucht door de beluchtingsbuizen 342 worden gedwongen en door de daarin aangebrachte openingen naar buiten worden geperst, in het afvalwater 331. De lucht zal een stromingspatroon van luchtbellen vertonen,
15 schematisch weergegeven door onderbroken lijnen 318. In de beluchtingstank 330 is een grid van sensoren 315a-315d links en 315e-315h rechts van de centrale kolom 340 aangebracht, althans bij de in figuur 9 getoonde uitvoeringsvorm. De ter linker- en rechterzijde getoonde
20 sensoren 315 zijn slechts als uitvoeringsvoorbeelden weergegeven. Elke sensor 315 omvat bijvoorbeeld drie op vaste afstand S uit elkaar geplaatste dichtheidsregistratiemiddelen, waarmee wederom de centrale lijn 318 van deluchtstromingen kunnen worden vastgesteld. Dit biedt het
25 voordeel dat bijvoorbeeld de rotatiesnelheid van de beluchtingsarmen eenvoudig kan worden geregeld teneinde een optimale verdeling van lucht in het water te verkrijgen. Hier toe is bij voorkeur concentrisch rond de centrale kolom een cirkelvormig patroon van sensoren 315 aangebracht. Uit
30 figuur 9 zal duidelijk zijn dat op verschillende wijze sensoren in eenhouder voor vloeistof kunnen worden opgesteld teneinde stromingspatronen van gassen daarin te bepalen. Met name wanneer in figuren 8 en 9 wordt gesproken van een houder of tank dient dit ruim te worden
35 geïnterpreteerd. Ook in natuurlijke en semi-natuurlijke vloeistofpartijen zoals meren en dergelijke kunnen sensoren worden toegepast volgens de uitvinding.

+31 26 3687520

De uitvinding is geenszins beperkt tot de in de beschrijving en de figuren getoonde uitvoeringsvoorbeelden. Vele variaties daarop zijn mogelijk binnen het door de conclusies geschatte raam van de uitvinding.

- 5 Zo kunnen meerdere eerste temperatuursensoren zijn voorzien, terwijl bovendien de of elke eerste temperatuur-sensor van meer of minder temperatuurregistratiemiddelen kan zijn voorzien. Bij gebruik van twee temperatuur-registratiemiddelen per temperatuursensor zal daarbij
10 gebruik moeten worden gemaakt van de geschatte plaatselijke minimale dan wel maximale luchttemperatuur in de luchtstroom, ter hoogte van de betreffende temperatuursensor. Voorts kan een ruimte zijn voorzien van meerdere lucht-inlaten en/of luchttuitlaten. Voor elke luchtstroom kan
15 vervolgens het stromingspatroon op eerder beschreven wijze worden bepaald, waarbij rekening kan worden gehouden met wederzijdse temperatuurbeïnvloeding. Voorts kan met een regelinrichting volgens onderhavige uitvinding op basis van een daarmee bepaald stromingspatroon en vooraf bekende, de
20 klimaatbeheersing beïnvloedende factoren vooruit worden gestuurd, teneinde snel op veranderende omstandigheden te kunnen inspelen, bijvoorbeeld wanneer andere dieren in de stal 1 worden gebracht of daaruit worden afgevoerd. Bovendien kunnen andere formules worden toegepast voor het
25 schatten van de curven door de verschillende punten met minimale of maximale temperatuur, dat wil zeggen voor het schatten van de ligging van de centrale lijn van de betreffende luchtstroom. Het zal duidelijk zijn dat een verbetering van de nauwkeurigheid van deze schatting
30 nauwkeuriger regeling mogelijk zal maken.

Deze en vergelijkbare variaties worden geacht binnen het door de conclusies geschatte raam van de uitvinding te vallen.

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het bepalen van een stromingspatroon van een fluidum in een ruimte, waarbij:
 - een fluidum via ten minste één inlaat in de ruimte wordt gevoerd,
- 5 - in een eerste positie, op afstand van de ten minste ene inlaat een verdeling van een fluidumgrootheid, althans eenzelfde grootheid ten minste tweemaal en bij voorkeur ten minste driemaal op onderlinge afstand in ten minste een gedeelte van de fluidum stroom wordt gemeten,
- 10 - op basis van de gemeten verdeling, althans van de gemeten grootheid de ligging van de maximale of minimale waarde van de betreffende grootheid wordt bepaald, en
 - op basis van ten minste de ligging van deze maximale of minimale waarde het stromingspatroon in de ruimte wordt bepaald, bij voorkeur met behulp van een algoritme.
- 15 2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij ten minste in of bij de of elke inlaat het fluidumdebit wordt gemeten.
3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, waarbij in of nabij de ten minste ene inlaat de instroomrichting van het fluidum wordt bepaald.
- 20 4. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies waarbij in of nabij de ten minste ene inlaat de betreffende grootheid van het fluidum wordt gemeten, waarbij bij voorkeur bovendien op afstand van de fluidumstroom een vergelijkbare grootheid in de ruimte wordt bepaald.
- 25 5. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, waarbij in de fluidumstroom in genoemde eerste positie ten minste twee, bij voorkeur ten minste drie registratie-elementen voor de betreffende grootheid op afstand van elkaar worden opgesteld, in het bijzonder boven elkaar,
~~vóór het meten van de plaatselijke waarde van de betreffende grootheid, waarbij op basis van de waardeverschillen de ligging van de maximale of minimale waarde in genoemde eerste positie wordt bepaald.~~

+31 26 3687520

6. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, waarbij in ten minste twee in stromingsrichting van de fluidumstroom achter elkaar geplaatste posities de verdeling, althans ten minste twee waarden worden gemeten.

5 7. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, waarbij op basis van ten minste het stromingspatroon van de fluidumstroom het debiet van de ten minste ene inlaat wordt geregeld en/of de instroomrichting van het fluidum in, althans vanuit de ten minste ene inlaat wordt geregeld en/of althans een gedeelte van de fluidumstroom uit de ruimte wordt gevoerd via ten minste één uitlaat, waarbij in, althans nabij de ten minste ene uitlaat de betreffende grootheid van de fluidumstroom en bij voorkeur tevens het debiet en/of de samenstelling daarvan wordt gemeten.

10 15 8. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, waarbij als fluidum een gas in een ruimte wordt gevoerd en waarbij als grootheid wordt gemeten ten minste één van de volgende grootheden:

temperatuur, stromingssnelheid, stromingsrichting, druk, concentratie van een component, dichtheid.

20 9. Werkwijze volgens conclusie 8, waarbij het gas in een in hoofdzaak met gas gevulde ruimte wordt gevoerd.

10. Werkwijze volgens conclusie 8, waarbij het gas in een in hoofdzaak met vloeistof of suspensie gevulde ruimte wordt gevoerd.

25 11. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, waarbij als fluidum een vloeistof in een ruimte wordt gevoerd en waarbij als grootheid wordt gemeten ten minste één van de volgende grootheden:

temperatuur, stromingssnelheid, stromingsrichting, druk, concentratie, dichtheid.

30 12. Werkwijze volgens conclusie 11, waarbij de vloeistof in een in hoofdzaak met vloeistof gevulde ruimte wordt gevoerd

35 13. Inrichting voor het bepalen van een stromingspatroon van een fluidum in een ruimte, omvattende:

- ten minste één eerste sensor, ingericht voor plaatsing in een fluidumstroom, welke eerste sensor op ten minste twee en bij voorkeur ten minste drie onderscheiden posities een grootheid kan meten, en
- 5 - een proceseenheid waaraan de waarden van de gemeten grootheid kunnen worden toegevoerd,
- waarbij de proceseenheid is voorzien van een algoritme voor het tijdens gebruik op basis van tenminste de gemeten waarden bij de of elke eerste sensor bepalen van 10 de ligging van de maximale of minimale waarde van de betreffende grootheid in de fluidumstroom ter hoogte van de betreffende eerste sensor en het ten minste mede aan de hand daarvan bepalen van het stromingspatroon.
14. Inrichting volgens conclusie 13, voorts omvattende 15 ten minste één tweede sensor voor de betreffende grootheid, voor positionering in of nabij een fluiduminlaat.
15. Inrichting volgens conclusie 13 of 14, voorts omvattende ten minste één debietsensor voor positionering in of nabij een fluiduminlaat of fluidumuitlaat.
- 20 16. Inrichting volgens één der conclusies 13-15, waarbij de of elke eerste sensor ten minste twee en bij voorkeur drie op onderling bekende afstand geplaatste registratie-elementen voor de betreffende grootheid omvat, één en ander zodanig dat de registratie-elementen voor gebruik in
- 25 hoofdzaak langs een verticale lijn in de fluidumstroom plaatsbaar zijn terwijl met een reeks eerste sensoren een bij voorkeur regelmatig patroon van registratie-elementen in een ruimte kan worden verkregen.
- 30 17. Inrichting volgens één der conclusies 13-16, waarbij ten minste de of elke eerste sensor, de proceseenheid en fluiduminlaatregelmiddelen en/of fluidumuitlaatregelmiddelen zijn opgenomen in een regelkring, waarbij tijdens gebruik de fluiduminlaatregelmiddelen en/of fluidum-uitlaatregelmiddelen data leveren met betrekking tot de
-
- 35 fluidumstroom, welke data worden verwerkt door de proceseenheid, zodanig dat althans mede op basis van deze

data de fluiduminlaatregelmiddelen en/of fluidumuitlaat-regelmiddelen worden geregeld.

18. Inrichting volgens één der conclusies 13-17, waarbij de registratie-elementen ten minste temperatuur-registratie-elementen omvatten.

19. Ruimte, voorzien van een inrichting volgens één der conclusies 13-18, waarbij is voorzien in een bij voorkeur regelmatig patroon van ten minste eerste sensoren, in het bijzonder registratie-elementen daarvan in ten minste een gedeelte van de ruimte tussen ten minste één fluiduminlaat en ten minste één fluidumuitlaat.

20. Ruimte volgens conclusie 19, waarbij de ten minste ene fluiduminlaat relatief hoog in de ruimte is voorzien.

21. Proceseenheid voor gebruik bij een werkwijze volgens één der conclusies 1-12, in een inrichting volgens één der conclusies 13-18 of in een ruimte volgens één der conclusies 19 of 20.

22. Sensor, in het bijzonder een temperatuursensor voor gebruik bij een werkwijze volgens één der conclusies 1-12, in een inrichting volgens één der conclusies 13-18, in een ruimte volgens één der conclusies 19 of 20 of bij een proceseenheid volgens conclusies 21.

+31 26 3687520

10 12 45 9

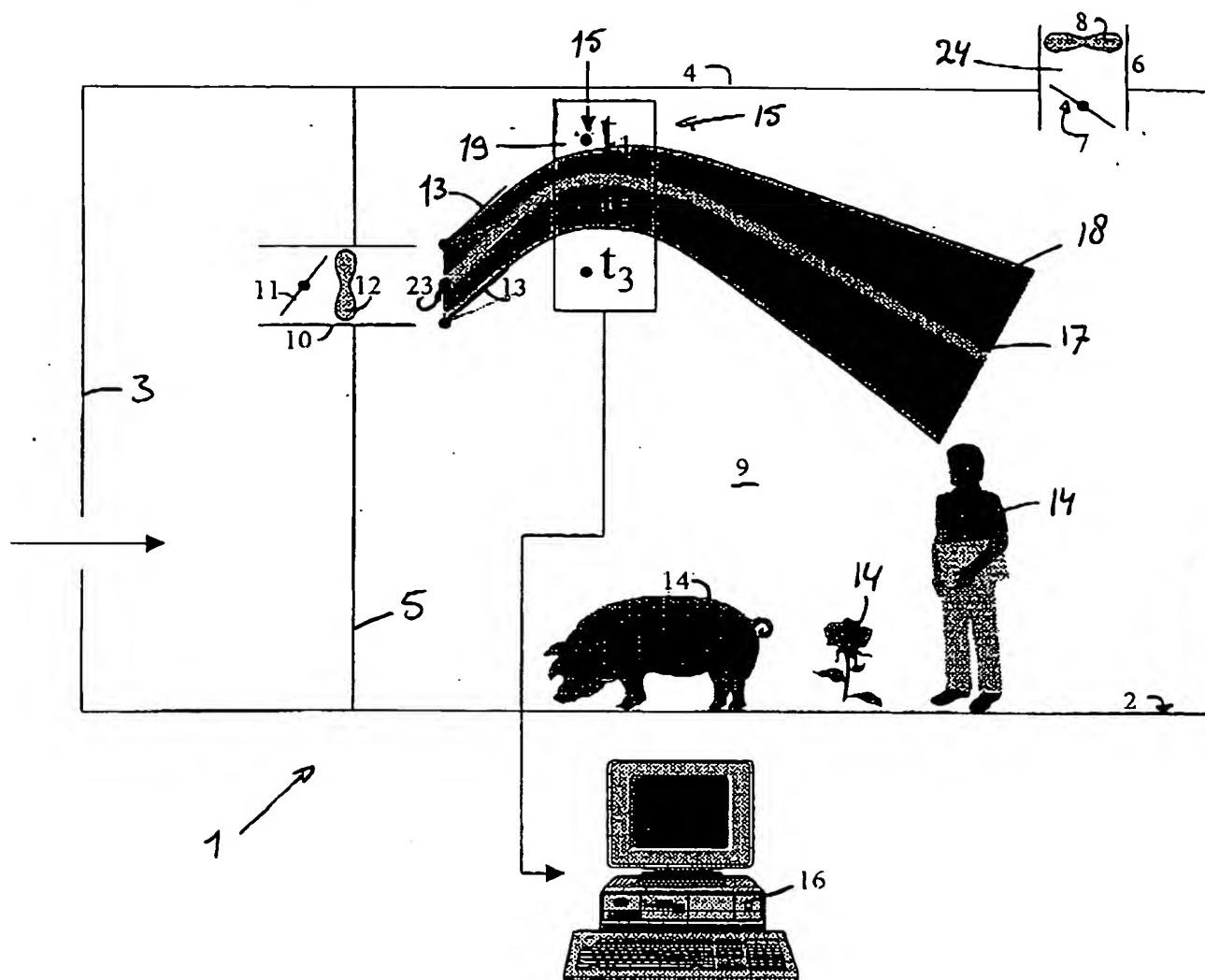


Fig 1.

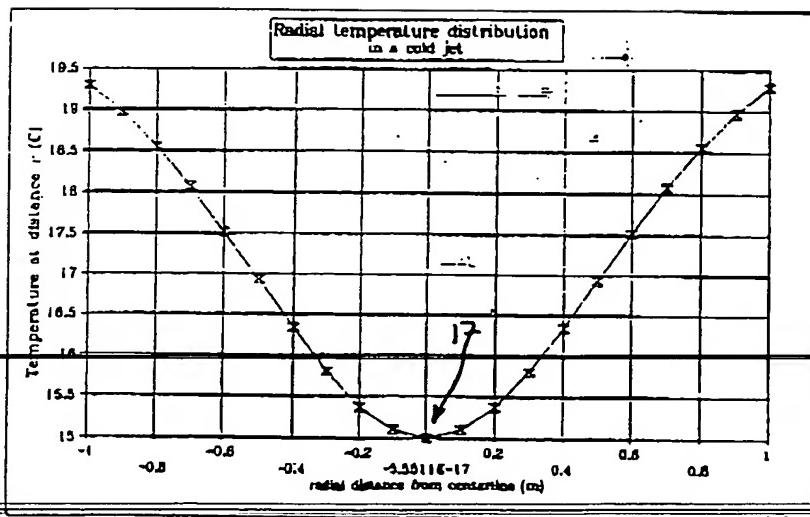
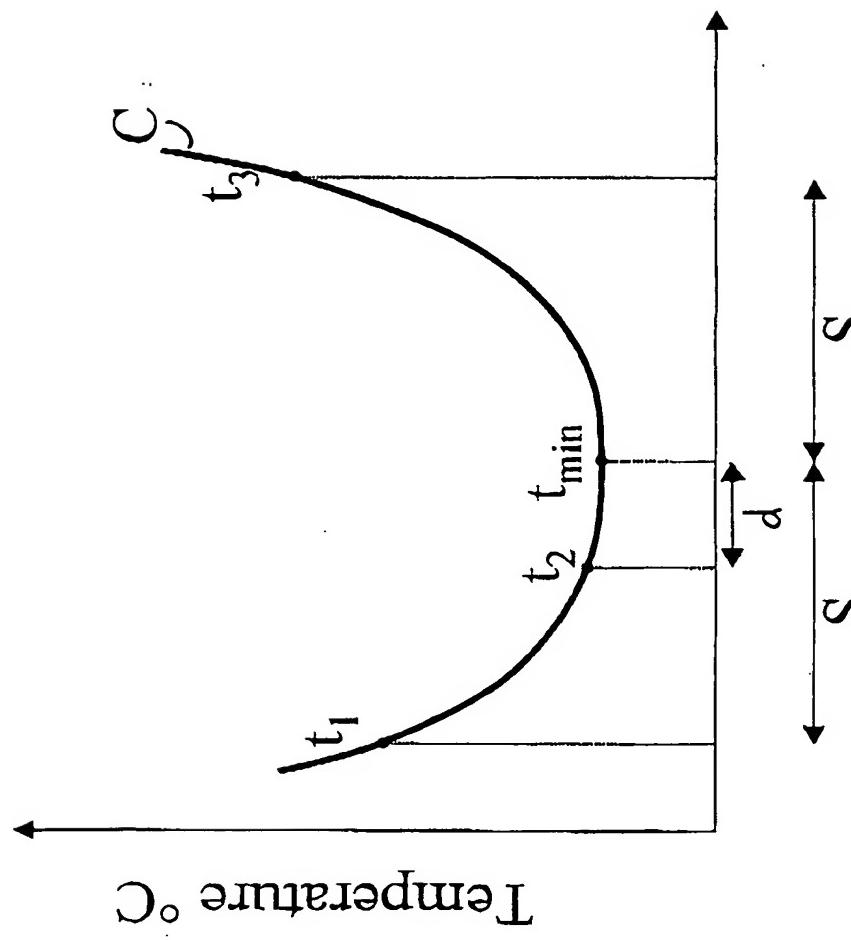


Fig 2

1012459

+31 26 3687520

Fig 3A



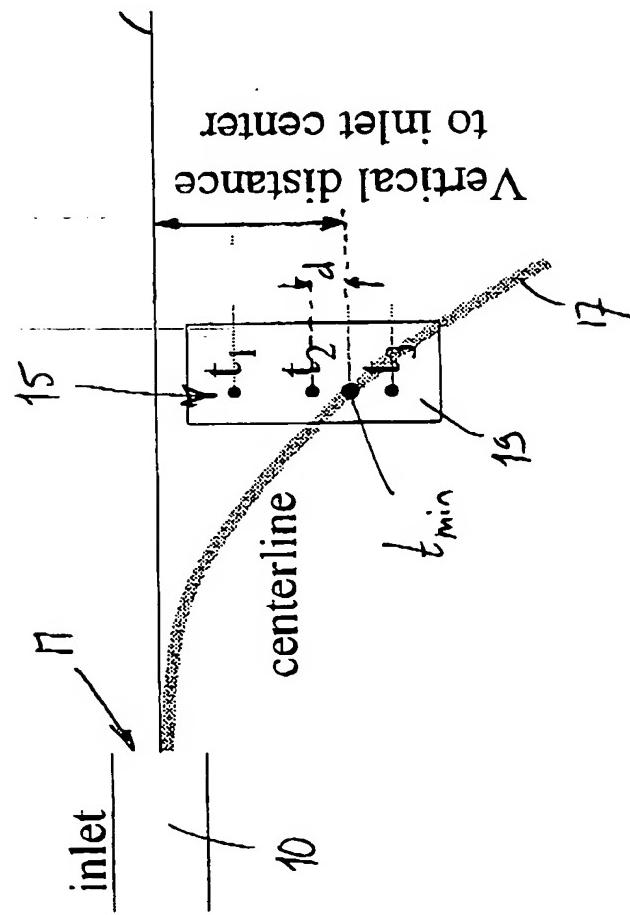
Vertical distance to inlet center

2021-09-27

+31 26 3687520

10 12459

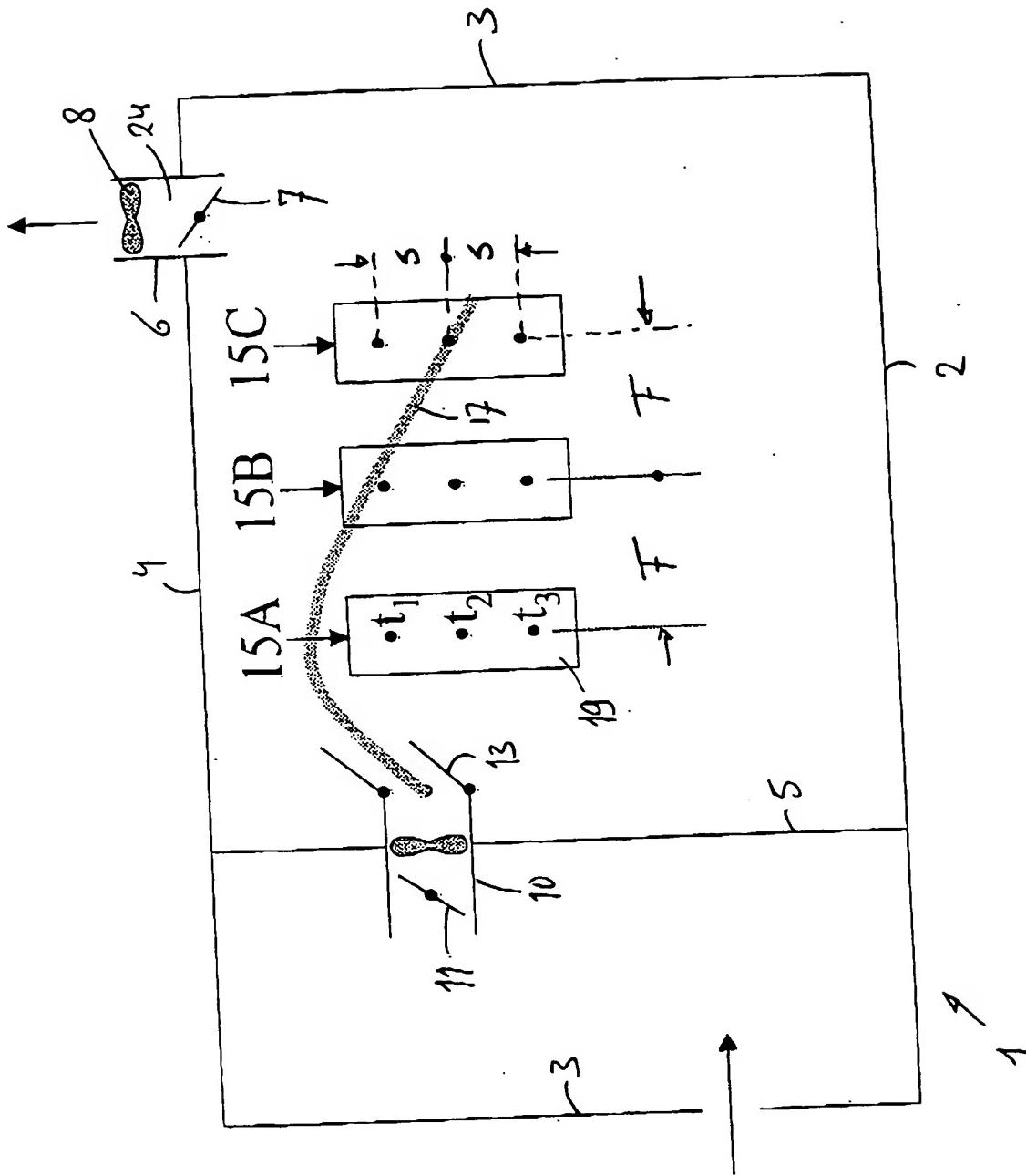
Fig 3B



+31 26 3687520

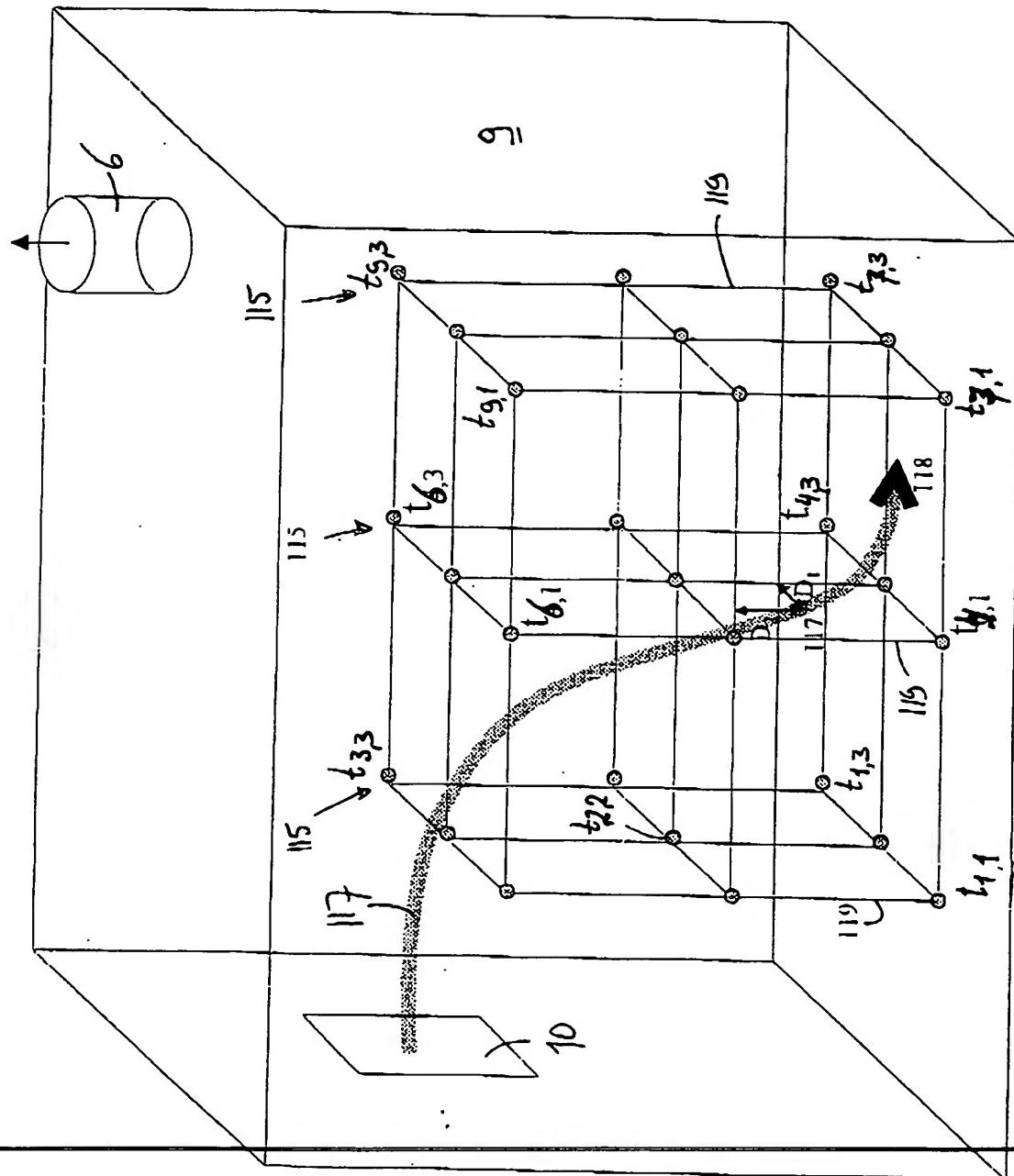
10 12459

41



10 12 45 9

Fig 4A

 ∂H_p

1012459

+31 26 3687520

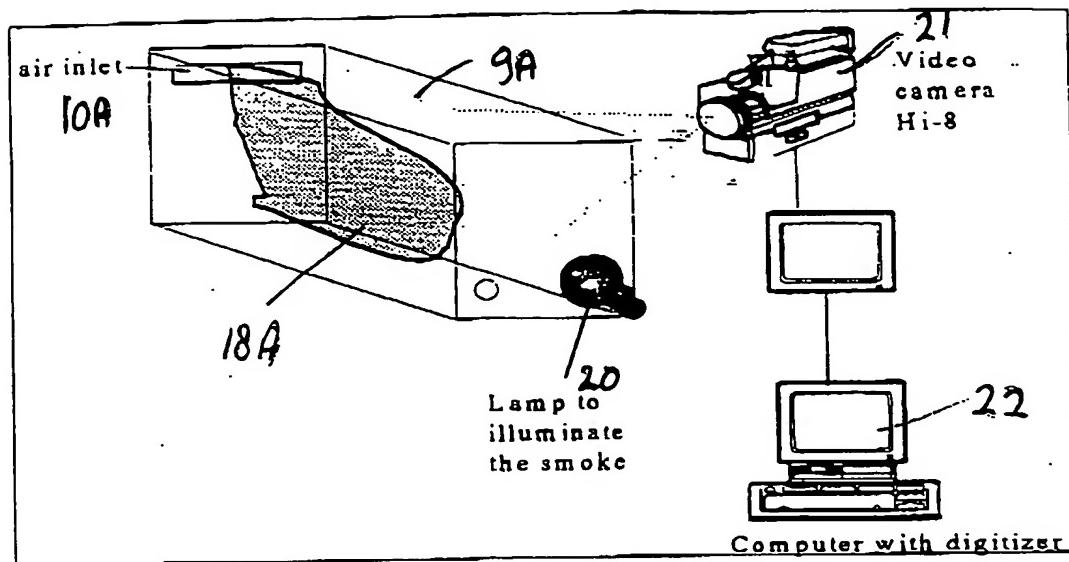


Fig 5

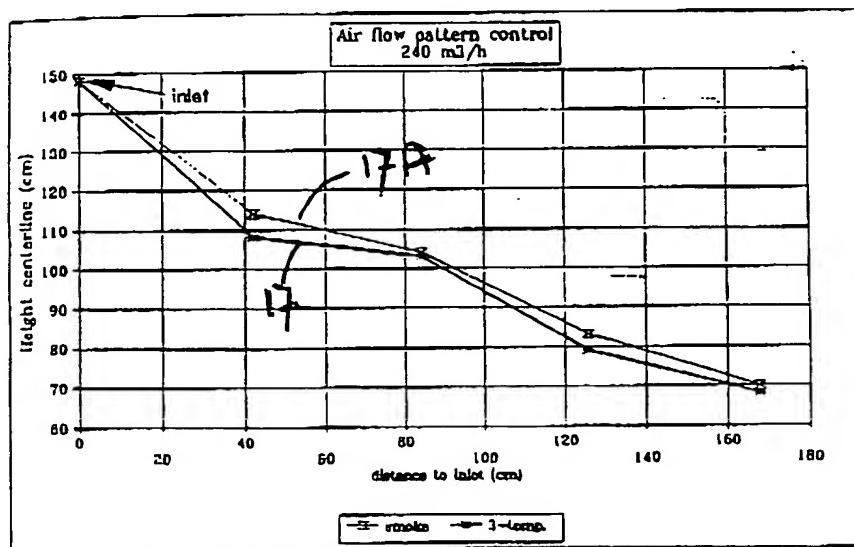


Fig 6

cf

+31 26 3687520

1012459

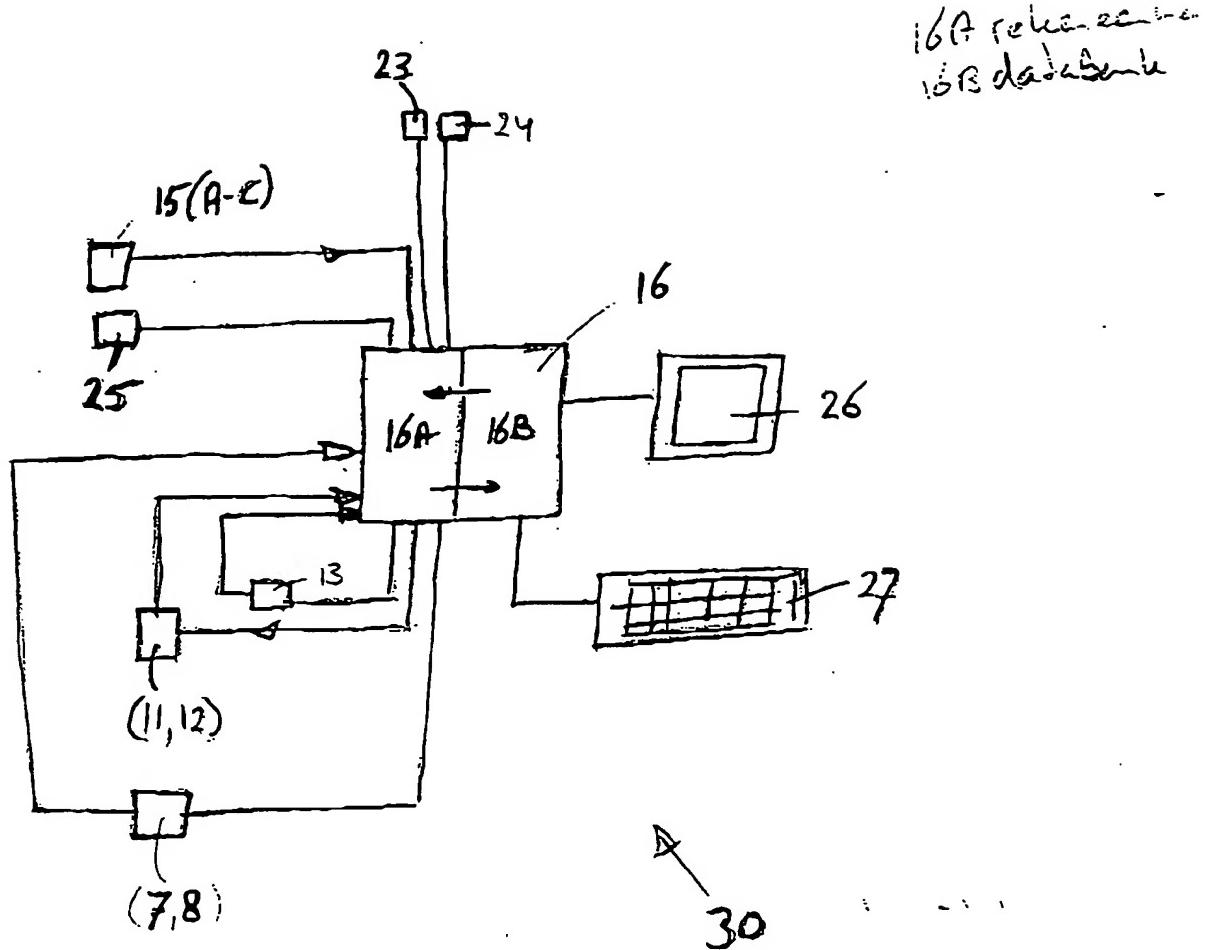


Fig 7

10 12459

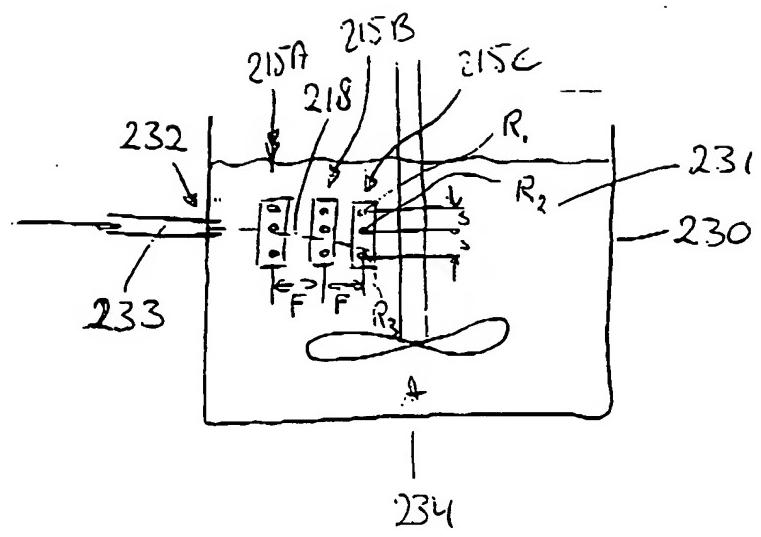


Fig 8

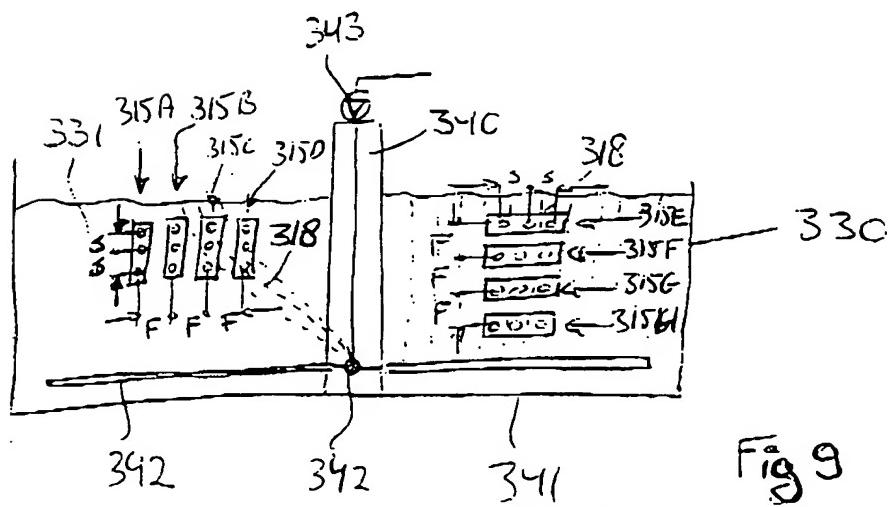


Fig 9